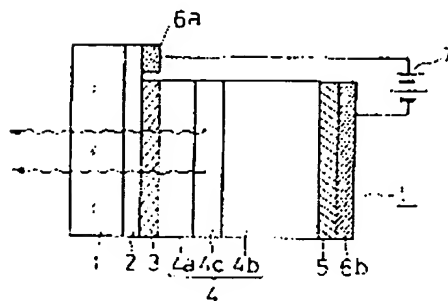


**AMORPHOUS THIN FILM LIGHT EMITTING ELEMENT**

**Patent number:** JP1086572  
**Publication date:** 1989-03-31  
**Inventor:** NAKADA YUKIHIKO  
**Applicant:** SHARP KK  
**Classification:**  
- international: H01L33/00; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00  
- european: H01L33/00C2B; H01L33/00D2B  
**Application number:** JP19870245218 19870928  
**Priority number(s):** JP19870245218 19870928

[Report a data error here](#)**Abstract of JP1086572**

**PURPOSE:** To increase light emitting intensity by forming an light emitting layer portion, having a band gap smaller than that of a non-light emitting layer portion adjacent to each conductive layer, at that portion of an intrinsic semiconductor layer remote from first and second conductive layers that pinch the semiconductor layer. **CONSTITUTION:** An light emitting element L consists of a transparent conductive layer 2 formed on a glass substrate 1, a p-type a-SiC layer 3 and an Ag electrode 6a formed on the conductive layer 2, a light emitting i-type a-SiC layer 4 and an Ag electrode 6b formed on the layer 3 in succession. The i-type a-SiC layer 4 includes a light emitting portion 4c formed between two adjacent non-light emitting layer portions 4a and 4b and provided with a band gap smaller than those of the other layer portions. Because the light emitting layer portion 4c has smaller band gap than the other layer portions 4a and 4b and is located close to the p-type a-SiC layer 3, light emitting intensity can be improved.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-86572

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
H 01 L 33/00識別記号 庁内整理番号  
A-7733-5F

④ 公開 昭和64年(1989)3月31日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 アモルファス薄膜発光素子

⑭ 特 願 昭62-245218

⑮ 出 願 昭62(1987)9月28日

⑯ 発 明 者 中 田 行 彦 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

⑰ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑱ 代 理 人 弁理士 野河 信太郎

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

アモルファス薄膜発光素子

## 2. 特許請求の範囲

1. アモルファス半導体材料を用いた第1導電層と、この導電層とは同一材料を用い、かつ逆導電型の第2導電層との間に、上記第1および第2導電層に用いたアモルファス半導体材料からなる真性半導体層が形成されたアモルファス薄膜発光素子において、

上記真性半導体層が上記第1および第2導電層にそれぞれ隣接する2つの半導体層部分と、この両半導体層部分の間に形成され、それらよりも実質的に狭いバンドギャップを有する半導体層部分とからなるアモルファス薄膜発光素子。

## 3. 発明の詳細な説明

## (イ) 産業上の利用分野

本発明は、アモルファス半導体材料を用いたpin型のアモルファス薄膜発光素子に関するものである。

## (ロ) 従来の技術

従来、アモルファスカーボン(以下、a-SiCと称す)を用いてpin型に形成したアモルファス薄膜発光素子(以下、発光素子と称す)が開発されている。

すなわち、第3図において、発光素子1は、ガラス基板1上に透明導電膜2が形成され、この凹凸状をなした導電膜上にp型a-SiC層3およびAg電極6aが形成され、さらに、p型a-SiC層3上には、順次、i(真性)型a-SiC層4、n型a-SiC層5およびAg電極6bが形成されている。そして、発光用電源7にて順電圧を印加することによりi型a-SiC層4から発光される。

## (ハ) 発明が解決しようとする問題点

しかるに、第4図に示すように、真性半導体層であるi型a-SiC層4のバンドギャップバターンが偏平であるため、i型a-SiC層4内に注入されたキャリア、すなわち電子と正孔のうち、再結合せずにそれぞれ他方の電極にまで到達した

ものがかなり存在してキャリア再結合の確率が小さいことから、発光強度が低いという問題点があった。

本発明は真性半導体層へ注入されたキャリアの再結合の確率を大きくできる発光素子を提供することを目的とするものである。

## (二) 問題点を解決するための手段

本発明は、アモルファス半導体材料を用いた第1導電層と、この導電層とは同一材料を用い、かつ逆導電型の第2導電層との間に、上記第1および第2導電層に用いたアモルファス半導体材料からなる真性半導体層が形成されたアモルファス薄膜発光素子において、上記真性半導体層が上記第1および第2導電層にそれぞれ隣接する2つの半導体層（発光への寄与が低いため、以下、非発光層と称す）部分と、この両非発光層部分の間に形成され、それらよりも実質的に狭いバンドギャップを有する半導体層（発光への寄与が高いため、以下、発光層と称す）部分とからなるアモルファス薄膜発光素子である。

ャップは 2.60 ~ 2.70 eV が好ましく、2.65 eV がより好ましい。この際、非発光層部分と発光層部分とのバンドギャップの差は 0.05 ~ 0.7 eV が好ましく、0.2 eV がより好ましい。

そして、真性半導体層の上記各部分のバンドギャップは、アモルファス半導体材料の組成比により制御される。具体的に真性半導体層における発光層部分は、例えば a-SiC を用いた場合には、組成比を  $C_2H_4 / (C_2H_4 + SiH_4) = 60\%$  にして形成され、非発光層部分は組成比を  $C_2H_4 / (C_2H_4 + SiH_4) = 80\%$  にして形成される。この際の基板温度としては両部分とも 100 ~ 300℃ が好ましく、200℃ がより好ましい。また、発光層部分の膜厚は 100 ~ 300 Å が好ましく、150 Å 程度がより好ましい。さらに、非発光層部分のうち、p 型 a-SiC 層に隣接するものの膜厚としては 30 ~ 300 Å が好ましく、50 Å がより好ましく、n 型 a-SiC 層に隣接するものの膜厚としては 200 ~ 1000 Å が好ましく、300 Å がより好ましい。

すなわち、本発明は真性半導体層のうち、第1および第2導電層からは離れた部分に、各導電層と隣接する部分より実質的に狭いバンドギャップを有する発光層部分を形成したものであり、例えば、この発光層部分を発光強度が向上できるように第1導電層寄りに設けたものである。

本発明におけるアモルファス半導体材料としては、a-SiC、a-SiN が挙げられる。

本発明における真性半導体層の非発光層部分のバンドギャップは、好ましくは 1.9 ~ 3.0 eV で、より好ましくは上記 2.2 ~ 3.0 eV である。また、発光層部分のバンドギャップは非発光層部分のものより実質的に狭いものであれば良く、好ましい値は所定の発光ピーク波長により異なり、例えば、発光色が赤色の場合は、非発光層部分のバンドギャップは 2.40 ~ 2.55 eV が好ましく、2.50 eV がより好ましい。この際、非発光層部分と発光層部分とのバンドギャップの差は、0.05 ~ 0.8 eV が好ましく、0.2 eV がより好ましい。同様に、緑色の場合は、非発光層部分のバンドギャップ

発光層部分の位置は、正孔の方が電子より易動度と寿命との積が小さいため p 型 a-SiC 層寄りに設けた方が好ましく、これにより発光強度を向上できる。

さらに、第1および第2導電層としての p 型および n 型 a-SiC 層は、それぞれ次表のごとく形成される。

(以下余白)

ドーピングガス	ドーピングガス流量比	膜厚 (Å)	基板温度
p 型層 B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	$\frac{B_2H_6}{C_2H_4 + SiH_4} = 0.3 \sim 0.005\%$ 好ましい値 0.07%	50~300 Å 好ましい値 100 Å	100~300℃ 好ましい値 200℃
n 型層 PH <sub>3</sub>	$\frac{PH_3}{C_2H_4 + SiH_4} = 0.9 \sim 0.01\%$ 好ましい値 0.3%	50~1000 Å 好ましい値 300 Å	100~300℃ 好ましい値 200℃

6a が形成され、さらに、p 型 a-SiC 層 3 上には、順次、発光層である i 型 a-SiC 層 4、n 型 a-SiC 層 5 および Ag 電極 6b が形成されている。この際、i 型 a-SiC 層 4 は、後述するように、p 型 a-SiC 層 3 および n 型 a-SiC 層 5 にそれぞれ隣接する 2 つの非発光層部分 4a および 4b と、この両非発光層 4a、4b の間に形成され、それらよりも狭いバンドギャップを有する発光層部分 4c とからなる。この発光層部分 4c は n 型 a-SiC 層 5 よりも p 型 a-SiC 層 3 に近い側に設けられている。そして、発光用電源 7 にて順電圧を印加することにより発光層部分 4c から発光される。

次に製造方法について説明する。

まず凹凸をもった透明導電膜 2 を形成したガラス基板 1 上に基板温度 200℃ で  $C_2H_4 / (C_2H_4 + SiH_4) = 20\%$ 、 $B_2H_6 / (C_2H_4 + SiH_4) = 0.07\%$  とし、これを水浴で希釈してガスを流しプラズマ放電させることにより p 型 a-SiC 層 3 を膜厚約 150 Å にて

なお、アモルファス半導体材料として a-SiN を用いた場合の真性半導体層における非発光層部分の好ましいバンドギャップ、発光層部分との好ましいバンドギャップの差および p 型、n 型 a-SiN のバンドギャップのより好ましい値は a-SiC の場合と同様である。

#### (ホ) 作用

上記構成により、真性半導体層に第 1 および第 2 導電層からそれぞれ注入されたキャリアは、対向する電極にまで到達することなくそれぞれの非発光層部分を通過して発光層部分に捕獲され、これにより発光層部分のキャリアの密度が高くなって再結合の確率を向上できる。

#### (ハ) 実施例

以下図に示す実施例にもとづいて本発明を詳述する。なお、これによって本発明が限定されるものではない。

第 1 図において、発光素子 1 は、ガラス基板 1 上に透明導電膜 2 が形成され、この凹凸状をなした導電膜上に p 型 a-SiC 層 3 および Ag 電極

形成した。その後、基板温度 200℃ で  $C_2H_4 / (C_2H_4 + SiH_4) = 80\%$  で膜厚約 50 Å の第 1 の非発光層部分 4a を形成し、次にガス流量比を  $C_2H_4 / (C_2H_4 + SiH_4) = 60\%$  に調整して基板温度 200℃ にて膜厚約 150 Å の発光層部分 4c を形成し、再びガス流量比を  $C_2H_4 / (C_2H_4 + SiH_4) = 80\%$  にもどして基板温度 200℃ にて膜厚約 300 Å の第 2 の非発光層部分 4b を形成する。

次に、基板温度 200℃ で  $C_2H_4 / (C_2H_4 + SiH_4) = 20\%$ 、 $PH_3 / (C_2H_4 + SiH_4) = 0.3\%$  で膜厚 300 Å の n 型 a-SiC 層 5 を形成した。そして Ag 電極 6 を蒸着することにより発光素子が作製される。

この場合、i 型 a-SiC 層 4 内における各部分のバンドギャップは非発光層部分 4a、4b で 2.80 eV、発光層部分 4c で 2.60 eV である。

このように本実施例では、非発光層部分 4a、4b よりも発光層部分 4c のバンドギャップを 0.2 eV だけ小さくするとともに、発光層部分

4c をp 型 a - Si C 層 3 に近い側に設けたので、電子に比して正孔の方が易動度と寿命との積においてかなり小さくてもこれに依存せずに発光層部分 4c におけるフリーキャリアの密度を高くできて再結合の確立を向上でき、この結果、例えば、注入電力  $3 \times 10^3 \text{ mW/cm}^2$  において、従来  $5 \text{ cd/m}^2$  のものが  $7 \text{ cd/m}^2$  と発光強度を向上できるものである。

なお本実施例では、使用ガスとして  $\text{C}_2\text{H}_4$  を用いたものを示したが、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$  を用いてもアモルファス半導体層が作製可能である。

#### (ト) 発明の効果

以上のように本発明によれば、真性半導体層のこれを挟持する第1および第2導電層からは離れた部分に、これら各導電層と隣接する非発光層部分より狭いバンドギャップを有する発光層部分を形成したので、真性半導体層に第1および第2導電層からそれぞれ注入されたキャリアは、対向する電極にまで到達することなくそれぞれの非発光層部分を通過して発光層部分に捕獲され、これに

より発光層部分のキャリアの密度が高くなって再結合の確率を向上でき、その結果、発光強度を向上できる効果がある。

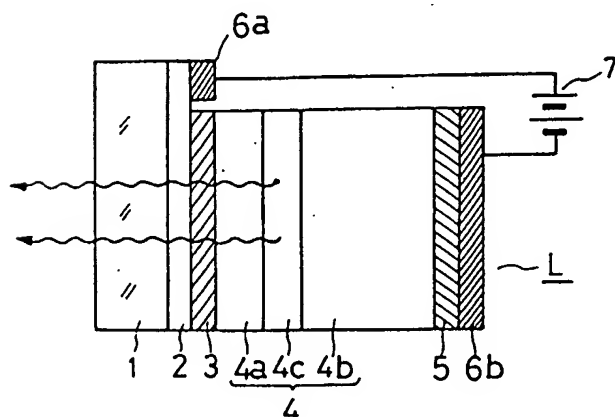
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例によるアモルファス薄膜発光素子の構成説明図、第2図は上記発光素子のバンドギャップを説明する模式図、第3図は従来例を示す構成説明図、第4図は従来の発光素子のバンドギャップを説明する模式図である。

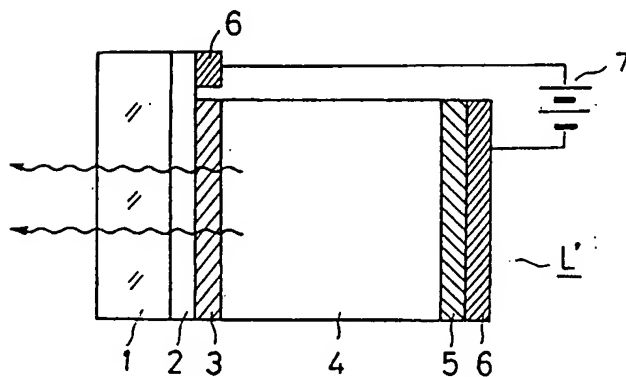
- 1 …… ガラス基板、
- 2 …… 透明導電膜、
- 3 …… p 型 a - Si C 層、
- 4 …… i 型 a - Si C 層、
- 4a …… 第1の非発光層部分（半導体層部分）、
- 4b …… 第2の非発光層部分（半導体層部分）、
- 4c …… 発光層部分（半導体層部分）、
- 5 …… n 型 a - Si C 層、
- 6a, 6b …… Ag 電極、7 …… 発光用電源。

代理人 弁理士 野 河 信 太 郎

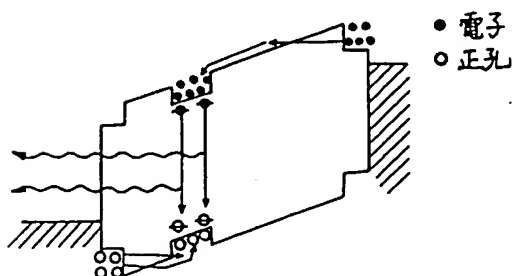
第 1 図



第 3 図



第 2 図



第 4 図

